

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-124899

(43)Date of publication of application : 26.04.2002

(51)Int.Cl.

H04B 7/06

H04B 7/08

H04J 3/00

(21)Application number : 2001-247662

(71)Applicant : LUCENT TECHNOLOG INC

(22)Date of filing : 17.08.2001

(72)Inventor : LOZANO ANGEL  
RASHID-FARROKHI FARROKH  
VALENZUELA REINALDO A

(30)Priority

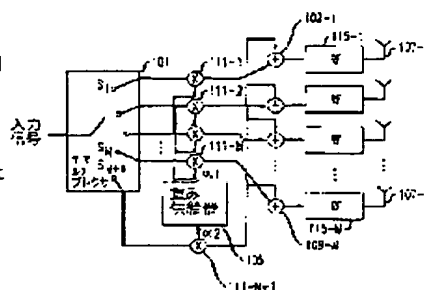
Priority number : 2000 641414 Priority date : 18.08.2000 Priority country : US

## (54) SPATIOTEMPORAL PROCESSING CORRESPONDING TO RADIO SYSTEM EQUIPPED WITH PLURAL TRANSMISSION AND RECEPTION ANTENNA

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a spatiotemporal processor corresponding to a radio system equipped with a plurality of transmission and reception antennas, in which even when the correlation of a certain level to be used in a multi-input multi-output(MIMO) system exists, it is possible to develop (generate) signals capable of achieving the maximum open loop capacity by channels having the correlation of the level, since the signals have the correlation of a certain level, and performance deterioration and the capacity reduction is generated when the correlation of those signals is ignored.

**SOLUTION:** Even when the correlation of a certain level to be used in a radio system having a plurality of transmission antennas and reception antennas exists, it is possible to develop (generate) signals capable of achieving the maximum open loop capacity by channels having the correlation. In this principle, signals to be transmitted by various antennas are processed so that the maximum information carrying capabilities can be improved. That is, data to be transmitted are divided into  $(M+1)$  pieces of sub-streams. One connected signal constituted of one common weighted version of the sub-streams and one corresponding weighted version to be frequently supplied to the antennas of the sub-streams is supplied to the respective transmission antennas, and  $M$  pieces of transmission signals are allowed to exist as a whole. A receiver equipped with  $N$  pieces of antennas receive the  $M$  pieces of transmission signals connected by the channels, and reconstitute the original data from those transmission signals. This is achieved by using a series of decoding processes.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**This Page Blank (usps)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-124899

(P2002-124899A)

(43) 公開日 平成14年4月26日 (2002.4.26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
H 0 4 B	7/06	H 0 4 B	5 K 0 2 8
	7/08		Z 5 K 0 5 9
H 0 4 J	3/00	H 0 4 J	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-247662(P2001-247662)  
(22) 出願日 平成13年8月17日 (2001.8.17)  
(31) 優先権主張番号 09/641414  
(32) 優先日 平成12年8月18日 (2000.8.18)  
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 596092698  
ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レーテッド  
アメリカ合衆国, 07974-0636 ニュージ  
ャーシー, マレイ ヒル, マウンテン ア  
ヴェニュー 600  
(72) 発明者 エンジェル ロザーノ  
アメリカ合衆国 10006 ニューヨーク,  
ニューヨーク, ウエスト ストリート  
21, アパートメント 4-ジー  
(74) 代理人 100064447  
弁理士 岡部 正夫 (外11名)

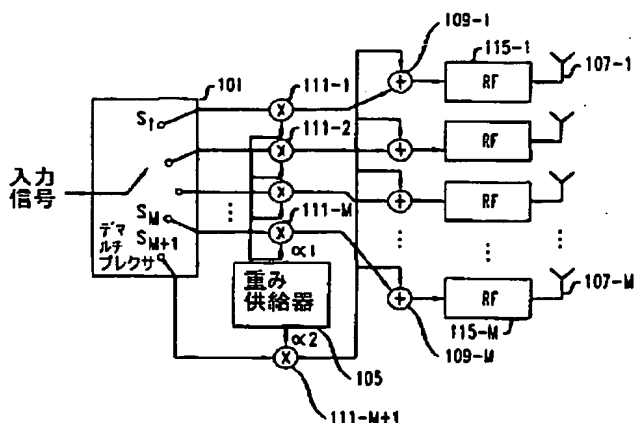
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数の送信および受信アンテナを備える無線システムに対する空間-時間処理

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、複数の送信および受信アンテナを備える無線システムに対する空間-時間処理に関する。

【解決手段】 複数の送信アンテナと複数の受信アンテナを持つ無線システム内で用いるための、ある程度の相関が存在する場合でもそのレベルの相関を持つチャネルにて最大のオープンループ容量が達成できるような信号を展開 (生成) するためのやり方が開示される。本発明の原理によると、様々なアンテナから送信される信号が、その最大情報搬送能力が改善されるように処理される。より詳細には、送信されるべきデータが  $M+1$  個のサブストリームに分割される。各送信アンテナには、これらサブストリームの共通の一つの重み付けされたバージョンと、これらサブストリームのもっぱらそのアンテナに供給される対応する一つの重み付けされたバージョンから成る一つの結合された信号が供給され、全体では  $M$  個の送信信号が存在する。  $N$  個のアンテナを備える受信機は、そのチャネルによって結合された  $M$  個の送信信号を受信し、これらから元のデータを再構成する。これは、一連の復号過程を用いて達成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 通信システムにおける順方向チャンネルを通じてデータ信号を送信するための装置であって、この装置が：前記データ信号を $M+1$  ( $M \geq 2$ ) 個のデータサブストリームにマルチプレキシングするための手段；前記データサブストリームの第一の $M$ 個に第一の重みを掛けることで、 $M$ 個の第一の重み付けされたサブストリームを生成するための手段；前記データサブストリームの残りの $M+1$  番目のデータサブストリームに第二の重みを掛けることで、1 個の第二の重み付けされたデータサブストリームを生成するための手段；および前記 $M$ 個の第一の重み付けされたサブストリームの対応する一つと前記第二の重み付けされたデータサブストリームを結合することで、 $M$ 個の結合された重み付けされたデータサブストリームを生成するための手段から構成されることを特徴とする装置。

【請求項2】 前記装置が、前記重みを発生させるための手段を備えることを特徴とする請求項1記載の装置。

【請求項3】 前記装置が、前記重みを格納するための手段を備えることを特徴とする請求項1記載の装置。

【請求項4】 前記装置がさらに：重みパラメータを逆方向チャンネルを介して受信するための手段；および前記重みパラメータから前記第一と第二の重みを発生させるための手段を備えることを特徴とする請求項1記載の装置。

【請求項5】 さらに、前記結合され重み付けされたデータサブストリームを無線周波数信号として $M$ 個の送信アンテナの対応する一つから送信するための手段を備えることを特徴とする請求項1記載の装置。

【請求項6】 前記第一と第二の重みが式：

【数1】

$$\alpha_1 = \sqrt{\frac{P_T}{M} - \alpha_2^2}$$

$$\alpha_2 = \sqrt{\frac{P_T \eta}{\rho N (1 - \eta) (M \eta + 1 - \eta)}}$$

を解くための手段によって決定され；ここで $\alpha_1$ と $\alpha_2$ は、それぞれ、前記第一と第二の重みを表し、 $P_T$ は、利用可能な総送信電力を表し、 $\rho$ は平均信号対干渉・雑音比 (SINR) を表し、 $\eta$ はチャンネル成分間の相関を表し、 $M$ は送信アンテナの数を表し、 $N$ は受信アンテナの数を表す、ことを特徴とする請求項1記載の装置。

【請求項7】  $\eta = K / (K + 1)$  であり、ここで、 $K$ は周知のライスの空間 $K$ ファクタを表すことを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項8】 前記送信機と受信機が時分割多重方式 (TDD) を用いて通信し、前記重みが前記送信機内で逆

方向リンクの受信機によって前記送信機のために決定されたチャンネル成分間の相関の推定量を用いて決定されることを特徴とする請求項6記載の送信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は無線通信の分野、より詳細には、送信機の所で複数のアンテナを用い、受信機の所でも複数のアンテナを用いる無線通信システム、いわゆるマルチ入力マルチ出力 (multiple-input multiple-output, MIMO) システムに関する。

【0002】

【従来の技術】当分野においては周知のように、マルチ入力マルチ出力 (MIMO) システムは、単一のアンテナ、つまり、単一アンテナ対単一アンテナ、あるいは複数のアンテナ対単一アンテナのシステムと比較して、容量の劇的な改善を達成することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ただし、この改善を達成するためには、豊かな散乱環境が存在し、複数の受信アンテナに到達する様々な信号が概ね無相関となることが望まれる。信号がある程度の相関を持ち、これら相関が無視された場合は、性能は劣化し、容量は低減する。

【0004】

【課題を解決するための手段】我々は、マルチ入力マルチ出力 (MIMO) システム内で用いるための、ある程度の相関が存在する場合でもそのレベルの相関を持つチャンネルにて最大のオープンループ容量が達成できるような信号を展開 (生成) するためのやり方を発明した。本発明の原理によると、様々なアンテナから送信される信号が、その最大情報搬送能力が改善されるように処理される。より詳細には、送信されるべきデータが $M+1$  個のサブストリームに分割される。ここで、 $M$ は送信アンテナの数を表す。各送信アンテナには、これらサブストリームの共通の一つの重み付けされたバージョンと、これらサブストリームのもっぱらそのアンテナに供給される対応する一つの重み付けされたバージョンから成る一つの結合された信号が供給され、全体では $M$ 個の送信信号が存在する。 $N$ 個のアンテナを備える受信機は、そのチャンネルによって結合された $M$ 個の送信信号を受信し、これらから元のデータを再構成する。これは、一連の復号過程を用いて達成される。長所として、オープンループ容量 (open-loop capacity)、つまり、送信機に瞬間順方向チャンネル条件が知られていないときに任意の小さなエラーの確率にて運ぶことができる情報速度が最大化される。

【0005】本発明の一つの実施例においては、重みは、逆方向リンクの送信機から順方向リンクの受信機に時々刻々と送信される順方向リンクのチャンネル統計量を用いて、順方向チャンネルの送信機によって決定される。

本発明のもう一つの実施例においては、重みパラメータ、あるいは重み自身の決定は、順方向チャンネルの受信機によって順方向リンクのチャンネル統計量を用いて行なわれ、こうして決定された重みパラメータあるいは重みが、これを逆方向リンクの送信機から順方向リンクの受信機に時々刻々送信することで順方向リンクの送信機に知らされる。

#### 【0006】

【発明の実施の形態】以下は単に本発明の原理を解説するものである。従って、当業者においては、ここでは明示されないが、本発明の原理を採用し、本発明の精神および範囲内に入るとみなされる様々なアレンジメント

(方法および装置)を考案できるものである。さらに、ここで言及されるに全て実施例および条件的な表現は、教示的なものであり、つまり、読者に本発明の原理を理解して貰う、あるいは発明人の概念が当分野の進歩にいかん貢献するかを理解して貰うことを目的とするものであり、本発明は、これら具体的な実施例および条件に制限されるものではない。さらに、本発明の原理、特徴、および実施例、並びに具体的な例について説明する全ての記述は、これらの構造上および機能上の両方の同等物を包含するものである。加えて、これら同等物には現在知られている同等物並びに将来開発されるであろう同等物の両方、つまり、同一の機能を遂行する全ての要素が、構造とは関係なく、含まれるものである。

【0007】例えば、説明に用いられる様々なブロック図は単に本発明の原理を採用する一例としての回路を概念的に示すものである。同様に、フローチャート、フローダイアグラム、状態遷移図、疑似コード、その他も、コンピュータあるいはプロセッサが明示的に示されているか否かとは関係なく、本質的にコンピュータにて読出し可能な媒体内に実現され、コンピュータあるいはプロセッサによって実行される様々な過程を単に概念的に示すものである。

【0008】図に示される様々な要素の機能(“プロセッサ(processors)”とラベルされる機能ブロックをも含む)は、専用のハードウェアを用いて実現することも、ソフトウェアを実行する能力を持つハードウェアを適当なソフトウェアと共に用いて実現することもできる。プロセッサを用いて実現される場合でも、これら機能は、単一の専用のプロセッサを用いて実現することも、単一の共有プロセッサを用いて実現することも、複数のプロセッサを用いこれらの幾つかを共有することで実現することも考えられる。さらに、“プロセッサ(processor)”あるいは“コントローラ(controller)”なる用語の明示的な使用は、ソフトウェアを実行する能力を持つハードウェアを排他的に意味するものと解されるべきではなく、これには、暗黙的に、これに限られるものではないが、デジタル信号プロセッサ(DSP)ハードウェア、ソフトウェアを格納するための読出専用メモ

リ(ROM)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、および不揮発性メモリの使用も含まれるものである。他のハードウェア、例えば、従来のおよび/あるいはカスタムハードウェアを用いることもできる。同様に、図に示される任意のスイッチも単に概念的なものであり、これらの機能は、プログラム論理の動作を通じて遂行することも、専用の論理を通じて遂行することも、プログラム制御と専用の論理の相互作用を通じて遂行することも、さらには、手動にて遂行することも可能であり、本発明の実施者は本発明が適用される個々の文脈に応じて特定の技法を選択できるものである。

【0009】クレーム中、指定される機能を遂行するための手段として表現される任意の要素は、その機能を遂行するためのあらゆるやり方を包含するものと解されるべきであり、これには、例えば、a)その機能を遂行する回路要素の組合せ、あるいはb)その機能を遂行するための任意の形式の、従って、ファームウェア、マイクロコード、その他を含むソフトウェアとこのソフトウェアを実行するための適当な回路の組合せが含まれる。クレームにおいて定義される発明は、様々な列挙される手段によって提供される機能が、クレームにおいて述べられるやり方にて、結合され、一体化される所にある。出願人は、従って、これら機能を提供することができるあらゆる手段をクレーム中に示されている手段と同等であるとみなすものである。

【0010】図1は、本発明による、順方向チャンネルを通じて送信するM個の送信アンテナを持つ送信機を備えるMIMOシステム内で用いる、ある程度の相関が存在する場合でもそのレベルの相関を持つチャンネルにて最大のオープンループ容量が達成できるように構成された、MIMOシステム内で送信するための信号を展開(生成)するための送信機の一部分を示す。図1に示すように、この送信機は、a)デマルチプレクサ(DEMUX)101; b)重み供給器105; c)アンテナ107-1~107-Mを含むアンテナ107; d)加算器109-1~109-Mを含む加算器109; e)乗算器111-1~111-M+1; およびf)RF変換器115-1~115-Mを含む無線周波数(RF)変換器115から構成される。

【0011】デマルチプレクサ101は、入力としてデータストリームを受け取り、出力として、入力データストリームからの様々なビットを各々のデータサブストリームに供給することで、M+1個のデータサブストリームを供給する。これらデータサブストリームはデマルチプレクサ101によって、乗算器111の対応する一つに供給される。乗算器111-1~111-Mは、第一のM個のデータサブストリームの各値に重み供給器105から供給される第一の重みを乗じる。典型的には、第一のM個の重み付けされたデータサブストリームの各々は、同一のレートを持つ。同様に、乗算器111-M+

1は、M+1番目のデータサブストリーム各値に重み供給器105から供給される第二の重みを乗じる。

【0012】典型的には、M+1番目のデータサブストリームのレートは、第一のM個のデータサブストリームのレートとは異なる。第一のM個のデータサブストリームとM+1番目のデータサブストリームに対して具体的にどのようなレートをを用いるかは、受信機、とりわけ、受信機が遂行する一連のデコンポジション（分離）の順番に依存し、具体的なレートは、典型的には、受信機と送信機との間で時々刻々と協議（ネゴシエート）される。

【0013】第一と第二の重みは、互いに関連し、重み供給器105によって共通の重みパラメータから展開（決定）されるが、この重みパラメータは、後に詳細に説明するように、順方向チャンネルの統計量から導かれる。本発明の一つの実施例においては、重み供給器105は、これら重み値を、図2に示され後に説明される受信機から逆方向チャンネルを介して受信される情報にตอบสนองして実際に展開（決定）する。本発明のもう一つの実施例においては、これら重み値は受信機内で展開（決定）され、逆方向チャンネルを介して送信機に供給され、送信機内の重み供給器105内にこれらが必要となるまで格納される。これら重みが、本発明の一面に従ってどのようにして展開（決定）されるかの過程については後に説明する。

【0014】第一のM個の重み付けされたデータサブストリームの各々は、加算器109の対応する一つへの入力として供給される。各加算器109は他方の入力の所に、乗算器111-M+1から出力として供給される重み付けされたM+1番目のデータサブストリームも受信する。各加算器109は、自身へのこれら2つの重み付けされたデータサブストリームを結合することで、一つの結合されたブランチ信号を生成する。こうして、各加算器109によって一つずつ、全部でM個の結合されたブランチ信号が生成される。各無線周波数（RF）変換器115は、これらM個の結合されたブランチ信号の一つを受信し、M個の結合されたブランチ信号の無線周波数バージョンを展開（生成）し、アンテナ107の対応する一つに送信のために供給する。

【0015】図2は本発明の原理に従って構成されたMIMOシステム用の受信機の一部を示す。受信機は、図2に示すように、a) アンテナ201-1~201-Nを含むN個のアンテナ201；b) 無線周波数（RF）変換器203-1~203-Nを含む無線周波数（RF）変換器203；c) チャンネル統計量推定ユニット207；e) オプションとしての重みパラメータ計算器209；およびf) オプションとしてのスイッチ211から構成される。各アンテナ201は、無線信号を受信し、その電気バージョンを対応する一つの無線周波数（RF）変換器203に供給する。各無線周波数（RF）変換器203

は、受信した信号をベースバンドにダウン変換し、このベースバンドアナログ信号をデジタル表現に変換し、このデジタル表現をチャンネル統計量推定ユニット207に供給する。

【0016】チャンネル統計量推定ユニット207は、チャンネルに関する幾つかの統計量を発生させる。より具体的には、チャンネル統計推定ユニット207は、a) 平均信号対干渉・雑音比（signal-to-interference-and-noise ratio、SINR） $\rho$ の推定量、およびb) チャンネル成分間の相関 $\eta$ の推定量を発生させる。チャンネル成分間の相関は、従来のやり方で決定される順方向マトリックスチャンネル応答の推定量を用いて発生させられる。複数の送信アンテナおよび複数の受信アンテナが存在するためにマトリックスが必要となる。より詳細には、ある時間期間に渡ってのチャンネル成分間の相関は、 $\eta = K / (K + 1)$ として計算され、ここで、Kは、周知のライスの空間K-ファクタ（Ricean spatial K-factor）を表す。

【0017】チャンネル統計量は、オプションとしての重みパラメータ計算器209に供給されるか、あるいは逆方向チャンネルを介して送信機（図1）に供給される。チャンネル統計量が、重みパラメータ計算器209に供給される場合は、重みパラメータ計算器209は、重みパラメータを決定し、結果としての重みパラメータを逆方向チャンネルを介して送信機（図1）に供給する。本発明の一面においては、これら重みパラメータは、後に説明されるようなやり方で用いられる。

【0018】図3は、本発明による、N個の受信アンテナを持つ受信機に順方向チャンネルを通じて送信するM個の送信アンテナを持つ送信機と受信機から送信機に送信するための逆方向チャンネルを備えるMIMOシステム内で送信される信号を展開（生成）するための、ある程度の相関が存在する場合でもそのレベルの相関を持つチャンネルにて最大のオープンループ容量が実質的にオープンループ過程にて達成できることを目指す、過程の流れ図の形式にて示す。図3の過程は、図1および図2のハードウェアを用い、スイッチ211がチャンネル統計量推定ユニット207に接続される本発明の一つの実施例において以下のようにして採用される。

【0019】最初に、チャンネル統計量が安定である時間期間の長さを決定することが必要となる。これは、典型的には、システムを開発するシステムエンジニアリングの段階において、当業者においては周知のやり方にて、システムがその中に展開される環境の測定量を用いて遂行される。チャンネル統計量が安定である時間期間の長さがいったん決定されると、この時間期間が各統計量を生成するための情報を収集するための時間として用いられる。

【0020】図3の過程は各時間期間の開始においてス

ステップ301から開始される。次に、ステップ303において、チャネル統計量が決定された時間期間に渡って推定される。その後、ステップ305（図3）において、これら統計量が順方向リンクの受信機から順方向リンクの送信機に、例えば、逆方向チャネルを介して供給される。

【0021】ステップ307において、第一の重み $\alpha_1$ と第二の重み $\alpha_2$ が、例えば、重み供給器105（図1）によって計算される。より詳細には、これら重みは以下のように計算される：

【数2】

$$\alpha_1 = \sqrt{\frac{P_T}{M} - \alpha_2^2}$$

$$\alpha_2 = \sqrt{\frac{P_T \eta}{\rho N (1-\eta) (M\eta + 1 - \eta)}}$$

【0022】ここで、M、N、 $\rho$ 、 $\mu$ は上で定義された通りであり、 $P_T$ は利用可能な総送信電力を表す。上から分かるようにこの2つの重みの間には互いに関係があり、例えば

【数3】

$$M(\alpha_1^2 + \alpha_2^2) = P_T$$

なる関係を用いて、これらの一方を重みパラメータとして用い他方を決定することができる。

【0023】ステップ309において、入力データストリームがM+1個のサブストリームに、例えば、デマルチプレクサ101（図1）によって分割される。次に、ステップ311において、第一のM個の各データサブストリームに重み $\alpha_1$ が掛けられる。換言すれば、特定のデータストリームの各ビットに $\alpha_1$ を掛けることで、M個の重み付けされたデータサブストリームが生成される。加えて、M+1番目のデータサブストリームに重み $\alpha_2$ を掛けることで、M+1番目の重み付けされたデータサブストリームが生成される。

【0024】次に、ステップ313において、第一のM個の重み付けされた各データサブストリームがM+1番目の重み付けされたデータサブストリームと、例えば、加算器109によって結合され、この過程は、次に、ステップ315において終了する。

【0025】図4は、本発明による、N個の受信アンテナを持つ受信機に順方向チャネルを通じて送信するM個の送信アンテナを持つ送信機と受信機から送信機に送信するための逆方向チャネルを備えるMIMOシステム内で送信される信号を展開（生成）するための、ある程度の相関が存在する場合でもそのレベルの相関を持つチャネルにて最大のオープンループ容量が実質的にオープンループ過程にて達成できることを目指す、もう一つの過程を流れ図の形式にて示す。図4の過程は、各時間期間の開

始においてステップ401から開始される。次に、ステップ403において、チャネル統計量がその時間期間に渡って推定される。

【0026】ステップ405において、重み $\alpha_1$ と $\alpha_2$ の少なくとも一つが、例えば、重みパラメータ計算器209（図2）によって計算される。少なくとも一つの重み、あるいは両方が計算される場合両方の重みは、上述と同様なやり方にて計算される。これら重みの一つを計算することのみが要求され、他方の重みは送信機内で重みパラメータから上述の関係をj用いて決定することができる。

【0027】その後、ステップ407において、両方の重み、あるいは決定された重みパラメータが、順方向リンクの受信機から順方向リンクの送信機に、例えば、逆方向チャネルを介して供給され、この重みは、重み供給器105（図1）内に格納される。一方の重みのみが重みパラメータとして供給された場合は、他方の重みは重み供給器105内で計算され、これも重み供給器105内に格納される。

【0028】ステップ409において、入力データストリームがM+1個のサブストリームに、例えば、デマルチプレクサ101（図1）によって分割される。次に、ステップ411において、第一のM個の各データサブストリームに重み $\alpha_1$ が掛けられる。換言すれば、特定のデータストリームの各ビットに $\alpha_1$ を掛けることで、M個の重み付けされたデータサブストリームが生成される。加えて、M+1番目のデータサブストリームに重み $\alpha_2$ を掛けることで、M+1番目の重み付けされたデータサブストリームが生成される。

【0029】次に、ステップ413において、第一のM個の重み付けされた各データサブストリームがM+1番目の重み付けされたデータサブストリームと、例えば、加算器109によって結合され、この過程は、次にステップ415において終了する。

【0030】図5は、本発明による、順方向チャネルを通じて送信するM個の送信アンテナを持つ送信機を備えるMIMOシステム内で用いる、ある程度の相関が存在する場合でもそのレベルの相関を持つチャネルにて最大のオープンループ容量が達成できるように構成された、MIMOシステム内で送信するための信号を展開（生成）するためのもう一つの送信機の一部を示す。図5に示すように、この送信機は、a) デマルチプレクサ (DEMUX) 501、503； b) 重み供給器505； c) アンテナ507-1～507-Mを含むアンテナ507； d) 加算器509-1～509-Mを含む加算器509； e) 乗算器511-1、511-2；およびf) RF変換器515-1～515-Mを含む無線周波数 (RF) 変換器515から構成される。

【0031】デマルチプレクサ501は、入力としてデータストリームを受け取り、出力として、入力データス

トリームからの様々なビットを各データサブストリームに供給することで、2つのデータサブストリームを供給する。第一のデータサブストリームは、デマルチプレクサ501から乗算器511-1に供給される。乗算器511-1は第一のサブストリームの各値に重み供給器505から供給される第一の重みを乗じ、乗算器511-2は第二のサブストリームの各値に重み供給器505から供給される第二の重みを乗じる。

【0032】上で説明したように、第一と第二の重みは互いに関連し、重み供給器505によって、順方向チャネルの統計から導かれる共通の重みパラメータから展開（決定）することができる。本発明の一つの実施例においては、重み供給器505は、これら重み値を、図2との関連で説明したように、受信機から逆方向チャネルを介して受信される情報に回答して実際に展開（決定）する。本発明のもう一つの実施例においては、これら重み値は、受信機内で展開（決定）され、逆方向チャネルを介して送信機に供給され、送信機内の重み供給器505内にこれらが必要となるまで格納される。

【0033】デマルチプレクサ503は、デマルチプレクサ511-1から出力として供給される重み付けされたデータサブストリームを受け取り、出力として、M個の重み付けされたデータサブストリームを供給する。これは、自身が受信する重み付けされたデータサブストリームからの様々なビットを、M個の重み付けされたデータサブストリームの各々に供給することで行なわれる。典型的には、M個の重み付けされた各データサブストリームは、同一のレートを持つ。デマルチプレクサ503によって展開されたM個の重み付けされた各データサブストリームは、対応する加算器509の一つに入力として供給される。各加算器509は、他方の入力の方に、乗算器511-2から出力として供給される重み付けされた第二のサブストリームも受信する。各加算器509は、自身へのこれら2つの重み付けされたデータサブストリーム入力を結合することで、一つの結合されたブランチ信号を生成する。こうして、各加算器509によって一つずつ、全部でM個の結合されたブランチ信号が生成される。各無線周波数（RF）変換器515は、これらM個の結合されたブランチ信号の一つを受信し、これからM個の結合されたブランチ信号の無線周波数バージョンを展開（生成）し、アンテナ507の対応する一つに送信のために供給する。

【0034】本発明は、単一のチャネルを順方向チャネルおよび逆方向チャネルの両方に対して共有するいわゆる“時分割多重（TDD）”システム内で用いることもできるが、本発明のこのような実施例においては、チャネル成分間の相関 $\eta$ の計算は、無線リンクのいずれの端で遂行することもできる。これは、順方向チャネルと逆方向チャネルが同一の周波数チャネルを共有し、任意の時

間においてそのチャネルをどちらが使用するかを変更しても、順方向チャネルと逆方向チャネルに関するチャネル統計量は同一となるためである。つまり、逆方向チャネルの受信機は順方向チャネルの受信機と同一のチャネル成分間の相関 $\eta$ を経験し、このため、逆方向リンクの受信機は、順方向リンクの受信機によって測定されたであろうチャネル成分間の相関 $\eta$ を測定することができる。同様に、順方向チャネルの受信機は逆方向チャネルの受信機と同一のチャネル応答を経験し、このため、順方向チャネルの受信機は、逆方向リンクの受信機によって決定されたであろうチャネル成分間の相関 $\eta$ を決定することができる。ただし、この場合でも、SINRはもっぱら受信機の所で計算し、必要に応じて、送信機に送ることを要求される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による、順方向チャネルを通じて送信するM個の送信アンテナを持つ送信機を備えるMIMOシステム内で用いる、ある程度の相関が存在する場合でもそのレベルの相関を持つチャネルにて最大のオープンループ容量が達成できるように構成された、MIMOシステム内で送信するための信号を展開（生成）するための送信機の一部を示す。

【図2】図2は本発明の原理に従って構成されたMIMOシステム用の受信機の一部を示す。

【図3】本発明による、MIMOシステム内で送信される信号を展開するための、ある程度の相関が存在する場合でもそのレベルの相関を持つチャネルにて最大のオープンループ容量が実質的にオープンループ過程にて達成できることを目指す過程を流れ図の形式にて示す。

【図4】本発明による、MIMOシステム内で送信される信号を展開するための、ある程度の相関が存在する場合でもそのレベルの相関を持つチャネルにて最大のオープンループ容量が実質的にオープンループ過程にて達成できることを目指すもう一つの過程を流れ図の形式にて示す。

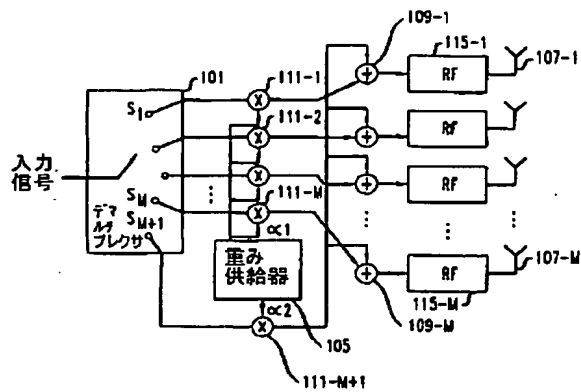
【図5】本発明による、順方向チャネルを通じて送信するM個の送信アンテナを持つ送信機を備えるMIMOシステム内で用いる、ある程度の相関が存在する場合でもそのレベルの相関を持つチャネルにて最大のオープンループ容量が達成できるように構成された、MIMOシステム内で送信するための信号を展開するためのもう一つの送信機の一部を示す。

#### 【符号の説明】

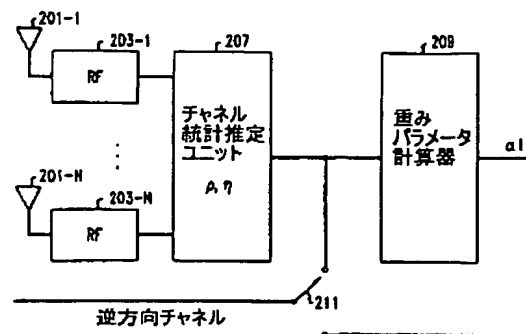
- 101 デマルチプレクサ（DEMUX）
- 105 重み供給器
- 107 アンテナ
- 109 加算器
- 111 乗算器
- 115 無線周波数（RF）変換器



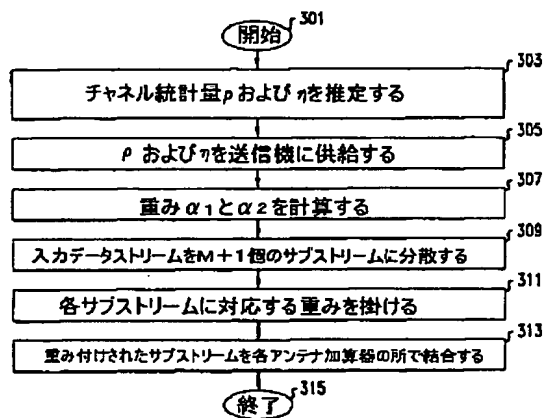
【図1】



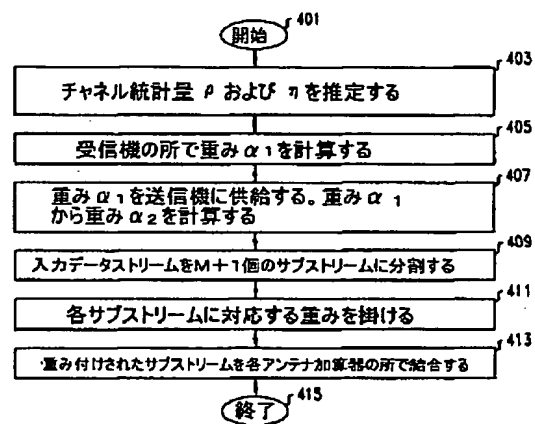
【図2】



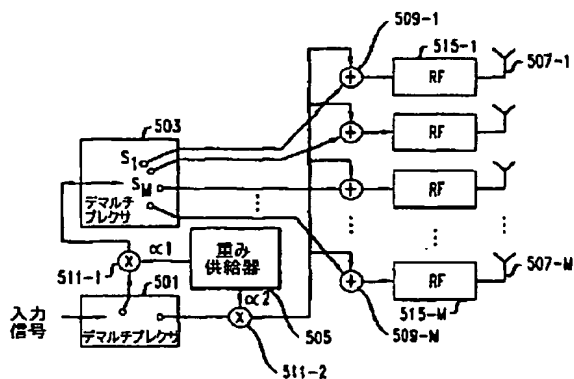
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 ファローク ラシッド・ファローキ  
アメリカ合衆国 94539 カリフォルニア,  
フレモント, ピー. オー. ボックス  
14392

(72)発明者 レイナルド エー. ヴァレンズエラ  
アメリカ合衆国 07733 ニュージャージー  
イ, ホルムデル, パートリッジ ラン 17  
Fターム(参考) 5K028 AA01 AA11 BB06 CC02 HH02  
SS02 SS06 SS12 SS16  
5K059 CC02 CC03 DD35 DD39